

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 611.1

### ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ КАК СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ У СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА ОРГАНИЗАЦИИ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ НА ПРОТЯЖЕНИИ 4 ЛЕТ ОБУЧЕНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ

**Л.Л. ШЕБЕКО, А.П. АПАНОВИЧ, Л.В. ТКАЧУК, О.В. ПОПИТИЧ,  
Е.В. ДМИТРИЕВА**

*Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь*

**Введение.** Для здорового человека характерны разнообразие и тонкость механизмов вегетативной регуляции, обеспечивающих гомеостатическое равновесие. При адаптации к изменяющимся условиям внешней среды происходит мобилизация целого комплекса специфических и неспецифических ответных реакций со стороны многих систем организма [1]. Роль вегетативной нервной системы (ВНС) является решающей при регуляции, координации и адаптации деятельности органов в связи с нуждами организма [2]. ВНС выполняет важную интегративную роль на центральном уровне, позволяя организму приспособиться к новым условиям и возобновить свою работу как единому целому [3].

Специалисты в области физиологии и патологии вегетативной нервной системы отмечают, что вопрос исследования вегетативной регуляции и сегодня остается трудным [2,4,5]. При этом в комплексных исследованиях показано, что оценка функционального состояния организма по показателям отдельных, в том числе считающихся наиболее информативными, методов исследования является неоднозначной.

Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы осуществляет регуляцию физиологических процессов, обеспечивающих гомеостаз. Симпатический отдел является системой мобилизации резервов, «защиты», которая необходима для активного действия организма. Такая мобилизация требует включения в реакцию многих структур и органов. Очень важно, что такое генерализованное воздействие симпатической нервной системы почти на все структуры организма поддерживается выбросом в кровь адреналина надпочечниками. Этот отдел эндокринной системы можно считать своеобразной эфферентной частью симпатического рефлекса. Сюда приходят преганглионарные волокна симпатического нерва. И выброс адреналина регулируется их медиатором ацетилхолином [6].

Симпатическая нервная система в организме выполняет адаптационно-трофическую функцию, которая регулирует обмен веществ, трофику и возбудимость всех органов и тканей организма к текущей деятельности. Активируя деятельность других отделов мозга, она мобилизует защитные реакции организма. При мобилизации организма симпатической нервной системой изменяются многие параметры гомеостаза [7]. Парасимпатический отдел выполняет задачу восстановления и сохранения постоянства внутренней среды при любых нарушениях и сдвигах [8].

Если нагрузка предельно интенсивна или длительна, то все структуры организма начинают работать на обеспечение такого высокого уровня жизнедеятельности. В этих условиях не остается ни одной системы, ни одного органа, которые были бы индифферентны по отношению к физической нагрузке. Одни системы увеличивают свою деятельность, обеспечивая мышечное сокращение, а другие – затормаживают, освобождая резервы организма. Даже малоинтенсивная мышечная работа никогда не является работой только одних мышц, это деятельность всего организма [9].

Орбели Л.А. в своих лекциях отметил [10], что физиологические системы, увеличивающие свою деятельность во время мышечной работы и помогающие ее осуществлению, называют системами обеспечения мышечной деятельности.

Научные данные четко свидетельствуют о том, что физическая активность (любые производимые скелетными мышцами движения тела, которые приводят к расходу энергии больше, чем в покое) имеет выраженное благоприятное воздействие не только на переносимость физических нагрузок, поведение и качество жизни, но также и на обмен веществ, состав тела, рост коллатеральных сосудов и мобилизацию эндотелиальных клеток-предшественников. Положительное и

защитное действие тренировок на сердечно–сосудистую систему (ССС) опосредуется, главным образом, через эндотелий, вегетативную нервную систему (ВНС), систему свертывания крови, а также через противовоспалительное действие [11].

Таким образом, по мнению основоположника современной вегетологии А.М. Вейна [12], при исследовании вегетативной нервной системы важно определить ее функциональное состояние. В основу оценки должен быть положен клинко–экспериментальный подход, сущность которого составляет функционально–динамическое исследование тонуса, вегетативной реактивности, вегетативного обеспечения деятельности. Вегетативный тонус и реактивность дают представление о гомеостатических возможностях организма, вегетативное обеспечение деятельности – об адаптивных механизмах. Изучение вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения проводится с помощью функциональных проб, позволяющих моделировать те или иные виды деятельности. Методы оценки вегетативного статуса основаны на результатах анализа автономной регуляции сердечно–сосудистой системы.

**Методика и объекты исследования.** Для оценки функционального состояния и реакции сердечно–сосудистой системы на физическую нагрузку исследовались показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС), показатели ЧСС и артериального давления (АД) при проведении ортостатической пробы, производились расчеты индексов вегетативной регуляции.

В исследовании приняли участие 99 человек (53 юноши и 46 девушек), у которых в каждом учебном семестре проводилось изучение динамики физического развития и функционального состояния сердечно–сосудистой системы.

Студенты факультета организации здорового образа жизни в среднем посещают 6–8 занятий в неделю по 90 минут (легкая атлетика и методика преподавания, плавание и методика преподавания, гимнастика и методика преподавания, спортивные и подвижные игры и методика преподавания и другие спортивные дисциплины). Кроме того, будущие специалисты в области физической культуры и здорового образа жизни, согласно учебному плану, должны посещать 3 занятия СПС (спортивно–педагогическое совершенствование) в неделю по 90 минут каждое. Исследование проводилось с сентября 2011 г. по май 2015 г. на базе учебно–медицинского центра Полесского государственного университета.

**Результаты и их обсуждение.** Оценка ЧСС в покое у студентов на протяжении 4 лет наблюдения позволила выявить следующие изменения, которые отображены на рисунках 1 и 2.

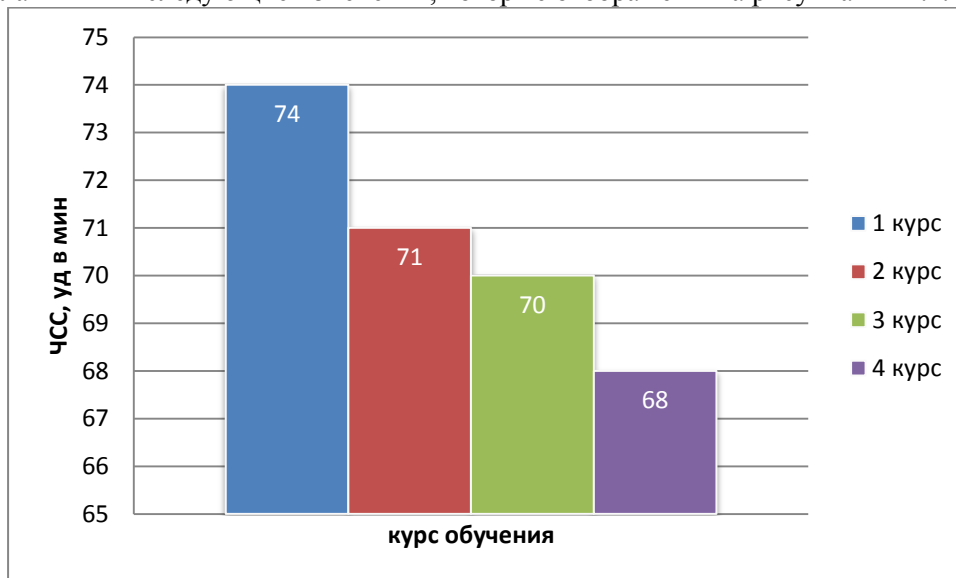


Рисунок 1 – Показатели ЧСС в покое у юношей ФОЗОЖ

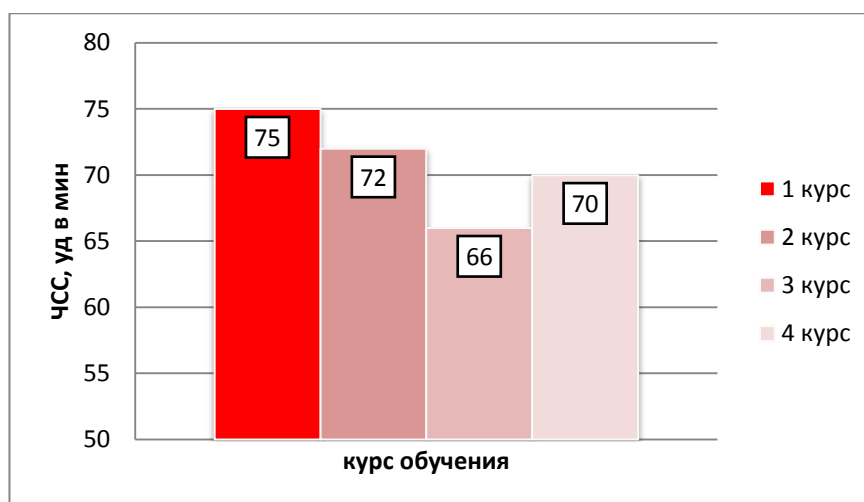


Рисунок 2 – Показатели ЧСС в покое у девушек ФОЗОЖ

Таким образом, анализируя полученные данные, можно отметить достоверное снижение ЧСС в покое от 1 курса к 4 курсу у юношей ФОЗОЖ ( $t_{эм} = 3.6$ ,  $p \leq 0.01$ ) и у девушек ( $t_{эм} = 2.7$ ,  $p \leq 0.01$ ). Полученные данные позволяют думать о формировании долговременной адаптации к физической нагрузке со стороны ССС, более выраженной у юношей, что, в свою очередь, говорит об экономизации функций ССС в ответ на физическую нагрузку.

Надежным и адекватным тестом оценки вегетативной регуляции является ортостатическая проба. При анализе данных ортостатической пробы на протяжении 4 лет наблюдения за студентами (юноши и девушки) ФОЗОЖ были получены следующие результаты, которые представлены на рисунках 3 – 8.

Анализ ортостатической пробы проводился путем оценки изменения ЧСС, САД И ДАД в ортостазе (в положении лежа через 10 мин отдыха, в положении стоя на 1 и 10 минутах).

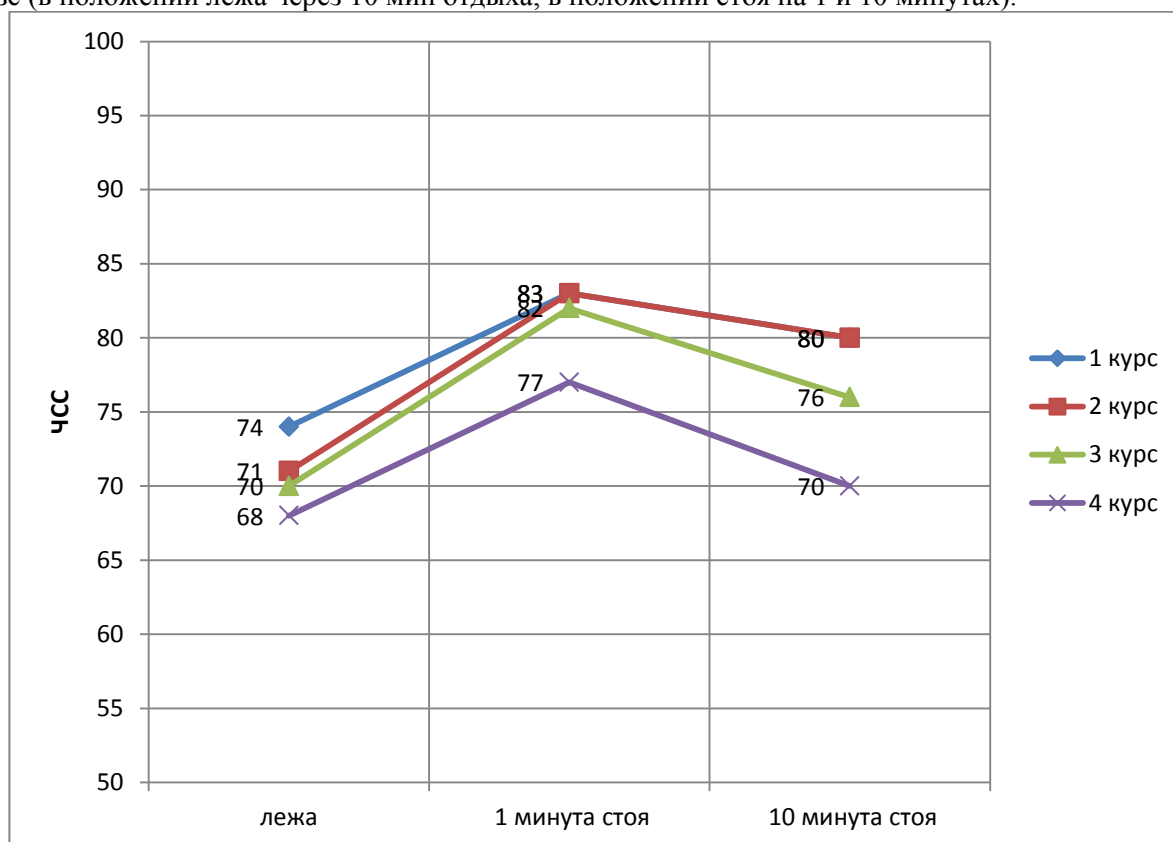


Рисунок 3 – Показатели ЧСС в ортостазе у юношей ФОЗОЖ

В ортостазе у юношей ФОЗОЖ было получено адекватное увеличение ЧСС сразу после изменения положения, которое выразалось приростом ЧСС не более, чем на 12 уд/мин, что говорит об адекватной вегетативной регуляции. К 10 минуте вертикальной позы в результате хорошей адаптации ССС к преобладанию в регуляции тонуса симпатического отдела было получено снижение ЧСС, которое сохраняло свои тенденции на протяжении 4 лет наблюдения и достоверно уменьшилось от 1 к 4 курсу ( $t_{Эмн} = 6.9$ ,  $p \leq 0.01$ ). Изменения ЧСС в ортостазе отображены на рисунке 3.1.3.

Анализ изменений АД (САД и ДАД) в ортостатической пробе у студентов ФОЗОЖ (юноши) показан на рисунках 4 и 5.

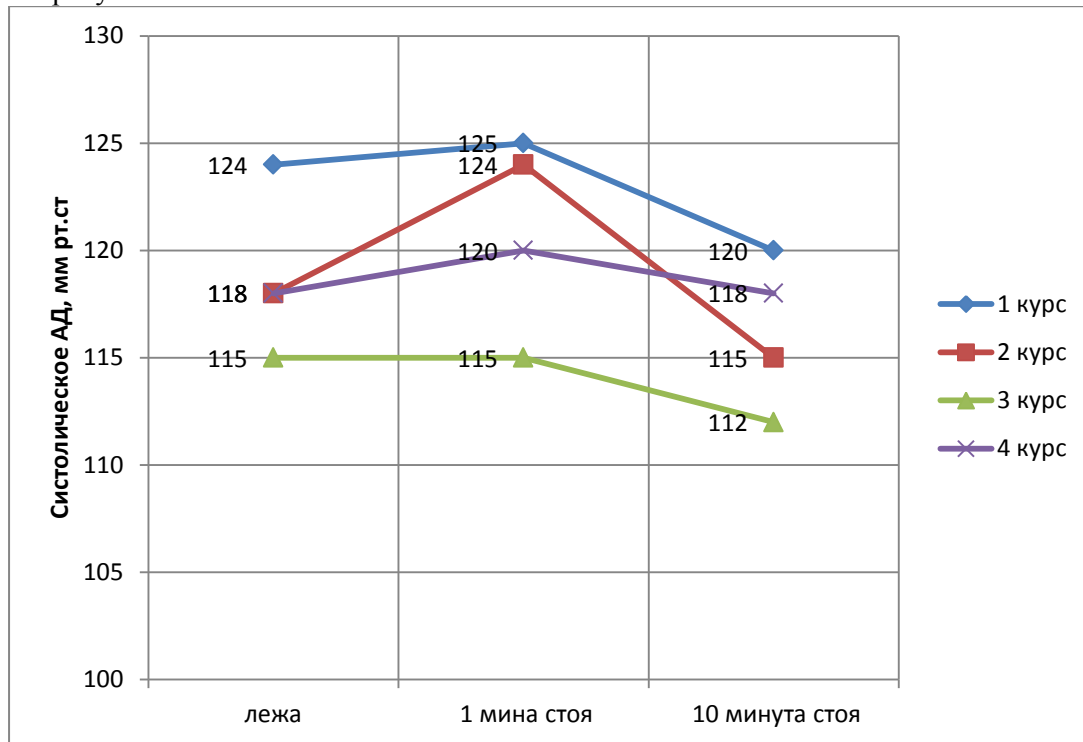


Рисунок 4 – Показатели САД у юношей ФОЗОЖ

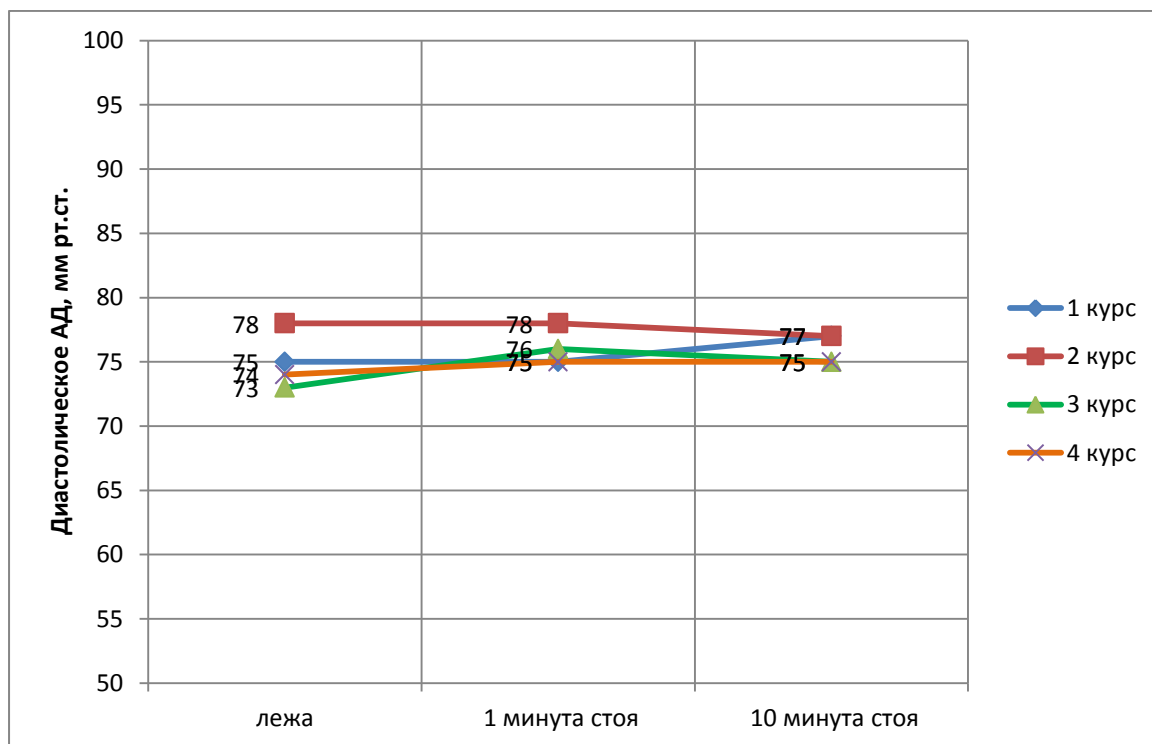
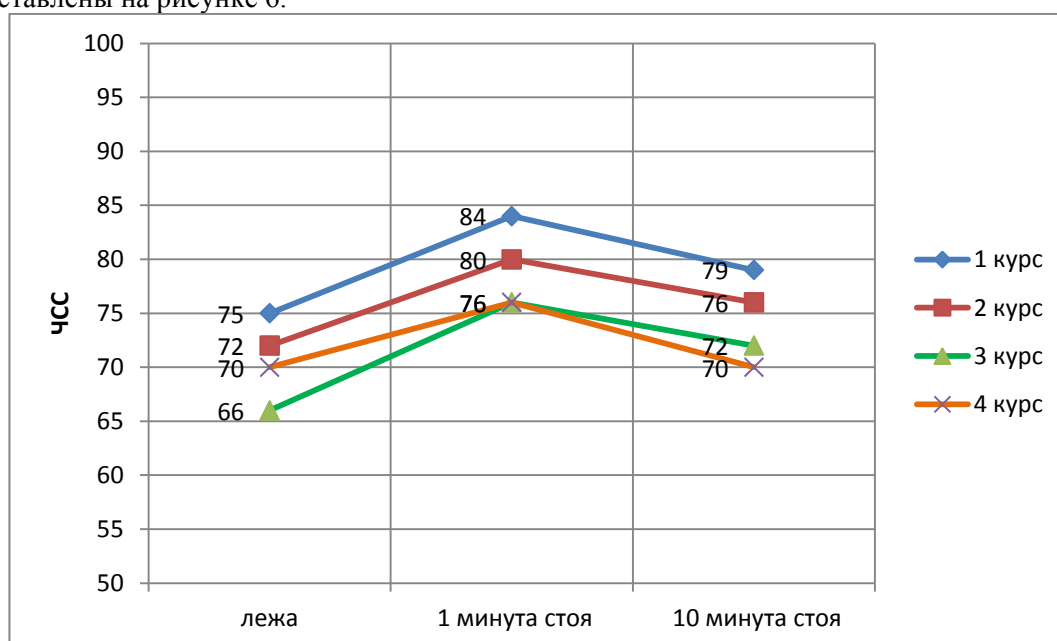


Рисунок 5 – Показатели ДАД у юношей ФОЗОЖ

Адекватной ответной реакцией организма в данной пробе является увеличение САД и ДАД на 1 минуте за счет активации симпатического отдела вегетативной нервной системы в ответ на выброс катехоламинов и увеличения периферического сопротивления, а также возвращение показателей до исходного уровня к 10 минуте вертикального положения.

Анализ полученных данных позволил выявить следующие изменения: САД увеличивалось на первой минуте вертикальной позы, максимальный прирост был отмечен у юношей на 2 курсе (+ 6 мм рт. ст.) и адекватно снижалось к 10 минуте, максимальное снижение САД было также у юношей на 2 курсе. ДАД при выполнении ортостатической пробы изменялось в рамках адекватной ответной реакции и характеризовалось незначительным приростом на 1 минуте вертикальной позы у студентов-юношей на 3 и 4 курсе и незначительными колебаниями ДАД на 10 минуте (от +2 мм рт. ст. на 1 курсе до отсутствия изменений на 4 курсе).

Аналогичная оценка ортостатической пробы у девушек ФОЗОЖ позволила выявить следующие закономерности. Оценка изменения ЧСС в ортостазе у девушек ФОЗОЖ от 1 курса к 4 курсу показала, что ответная реакция изменений со стороны ССС на смену типа вегетативной регуляции находится во все годы наблюдения на адекватном уровне. Но от 1 курса к 4 курсу отмечается достоверное уменьшение показателей во все трех точках измерений ( $t_{Эмп} = 6.7, p \leq 0.01$ ). Результаты представлены на рисунке 6.



**Рисунок 6 – Показатели ЧСС у девушек ФОЗОЖ**

Анализ таких параметров ортостатической пробы как САД И ДАД представлен на рисунках 7 и 8. Динамика изменения САД у девушек ФОЗОЖ носит несколько иной характер при изменении положения тела.

Так на 1 минуте ортостаза адекватная реакция в виде прироста САД отмечается у девушек на 1 и 3 курсах, снижение САД на 2 курсе (–3 мм рт.ст.) и менее выраженное на 4 курсе (–1 мм рт. ст.). К 10 минуте пробы отмечается адекватное снижение САД у девушек на 1–3 курсах и увеличение САД до +5 мм рт. ст. на 4 курсе.

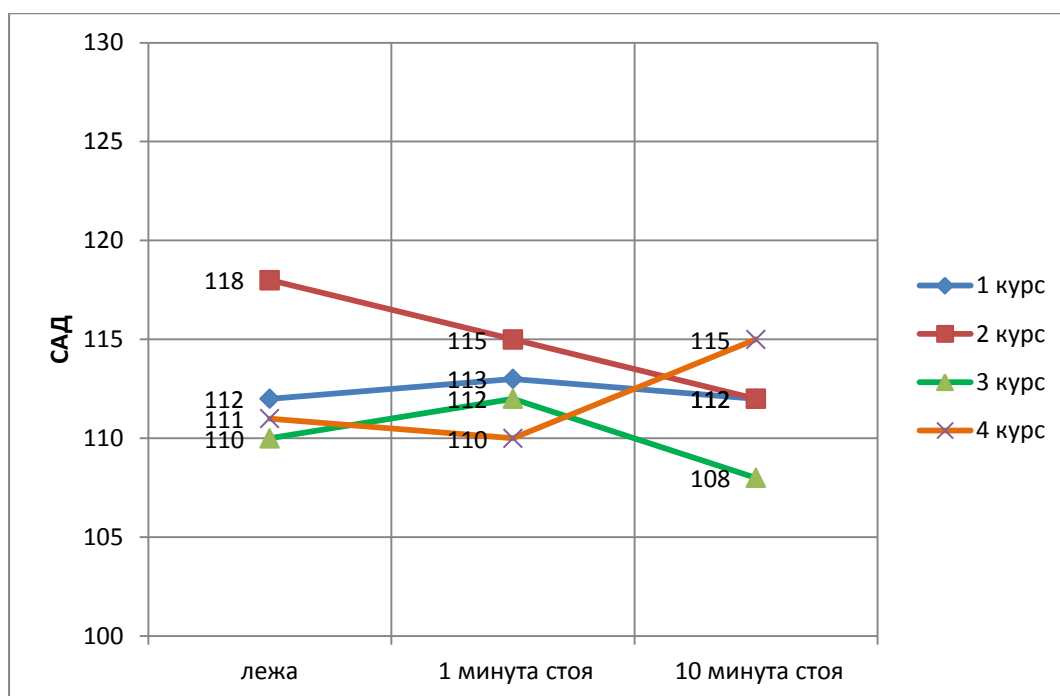


Рисунок 7 – Показатели САД у девушек ФОЗОЖ

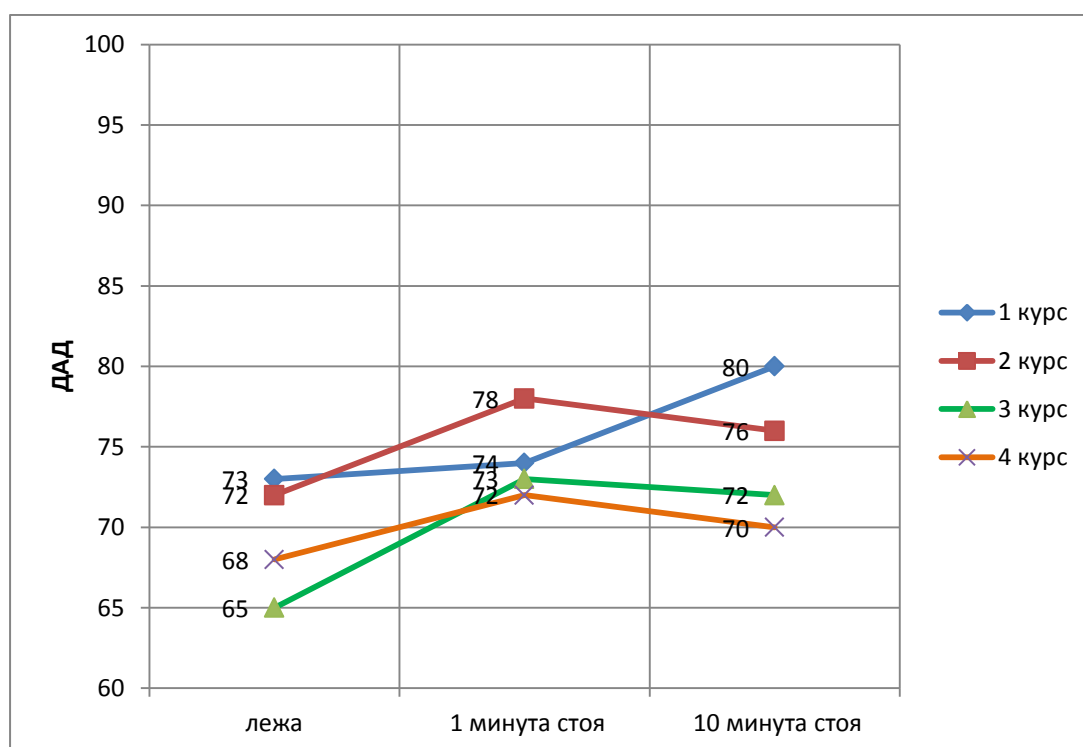


Рисунок 8 – Показатели ДАД у девушек ФОЗОЖ

Анализ ДАД в ортостатической пробе показал несколько неадекватную реакцию в виде более выраженного прироста уровня давления на 2 курсе (+6 мм рт. ст.) и еще больше на 3 курсе (+8 мм рт. ст.), однако к 4 курсу показатель соответствовал адекватной реакции. При этом уровень ДАД на 10 минуте ортостаза достоверно снижался от 1 курса к 4 курсу.

Исходя из анализа, можно предположить, что девушкам ФОЗОЖ было тяжелее адаптироваться к требуемой в период обучения физической нагрузке. Несколько неадекватное периодически изменение САД и ДАД у девушек можно объяснить нарушением адекватного вегетативного обеспечения сосудистого тонуса. Возможно, данные изменения вызваны постоянно изменяющейся физической нагрузкой, связанной с подготовкой к спортивным соревнованиям во время учебы.

При анализе вегетативной регуляции с помощью расчета вегетативных коэффициентов (вегетативный индекс Кердо, адаптационный потенциал, тип саморегуляции кровообращения), которые позволяют более точно оценить механизмы адаптации, удалось выявить следующие изменения. Так распознавание функциональных состояний на основе анализа данных о вегетативном и миокардиально-гемодинамическом гомеостазе можно произвести путем расчета адаптационного потенциала (АП) (по Р.М. Баевскому и др., 1987) и типа саморегуляции кровообращения.

Результаты оценки индексов вегетативной регуляции представлены в таблице.

Таблица – Показатели вегетативных индексов у студентов ФЗОЖ

курс	Юноши (n=53)			Девушки (n=46)		
	ВИ	АП	ТСК	ВИ	АП	ТСК
1	0	3,6	101	0	2,1	110
2	10	2,1	97	0	3,5	100
3	0	2	104	0	1,8	109
4	10	2	98	0	1,8	97

Вегетативный индекс Кердо позволяет оценить преобладание в регуляции симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Так, при оценке индексов вегетативной регуляции можно отметить на втором и четвертом курсе у юношей преобладание симпатического тонуса, что, возможно, связано с большим количеством соревнований и, соответственно, подготовкой к ним. На первом и третьем курсе отмечается вегетативное равновесие, по всей вероятности, объясняемое постепенной вработываемостью организма и адаптацией к физической нагрузке. У девушек ФЗОЖ был выявлен баланс между отделами ВНС, что подтверждено ВИ, равным нулю, на протяжении четырех лет учебы.

При анализе АП у юношей видно, что на первом курсе уровень функционирования системы кровообращения находится на очень высоком уровне (АП =3,6), характеризующимся как срыв механизмов адаптации. Ко второму курсу уровень АП (2,1) позволил охарактеризовать адаптацию как удовлетворительную. В дальнейшем АП достиг стабильного удовлетворительного уровня и не изменялся до конца учебы. При оценке уровня напряжения в регуляции ССС у юношей преобладает сердечно-сосудистый тип на протяжении четырех лет наблюдения, т.к. ТСК не превышает 110. Максимальное значение наблюдается на третьем курсе (ТСК=104).

Анализ индексов вегетативной регуляции у девушек показал, что на первом, третьем и четвертом курсах отмечается удовлетворительная реакция системы кровообращения. Однако на втором курсе механизмы адаптации функционировали с высоким напряжением на уровне срыва, что можно объяснить как появлением в учебной программе новых спортивных дисциплин, так и возросшими требованиями к физической подготовленности студенток. При оценке типа саморегуляции системы кровообращения у девушек с первого по четвертый курс преобладает сердечно-сосудистый тип.

**Заключение.** Изменение функционального состояния в ходе занятий физической культурой и спортом позволяет достичь энергетически выгодной деятельности организма, которая является предпосылкой стабильного оптимального состояния в новых условиях адаптации. Известно, что это достигается в ходе систематических занятий, которые отвечают основным принципам тренировки: оздоровительной направленности, всестороннего гармоничного развития личности, сознательности и активности, систематичности, доступности и индивидуализации, непрерывности процесса физического воспитания и другим.

Оценка эффективности занятий физической культурой, основанная на определении функциональной реактивности организма с помощью специальных тестов, как было получено в ходе исследования, является простым и надежным критерием. При этом она позволяет выявить изменения как при краткосрочной адаптации сердечно-сосудистой системы, так в долгосрочной адаптации в ответ на систематические нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Физиология человека : учебник / Под ред. В.М. Смирнова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.: ил.
2. Кнорре, А.Г. Вегетативная нервная система / А.Г. Кнорре, И.Д. Лев. – Л.: Медицина, 1977. – 317 с.

3. Подростковая медицина: рук–во для врачей / под ред.проф. Л.И. Левиной. – СПб.: Специальная литература, 1991. – С. 49–64.
4. Гуревич, П.С. Психология : учеб. пособие / П.С. Гуревич. – М.: Знание, 1999. – 218 с.
5. Люльман, Х. Наглядная фармакология / Х. Люльман. – М.: Мир, 2008/ – 276 с.
6. Костюк, П.Г. Физиология центральной нервной системы / П.Г. Костюк. – Киев: Высшая школа, 2008. – 200 с.
7. Данилова, Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова. – Ростов–н/Д: Феникс, 2002. – 412 с.
8. Ноздрачев, А.Д. Физиология вегетативной нервной системы / А.Д. Ноздрачев. – Л., 1983. – 436 с.
9. Рябыкина, Г.В. Вариабельность ритма сердца / Г.В. Рябыкина А.В. Соболев.– М.: Оверлей, 2001. – 200 с.
10. Орбели, Л.А. Лекции по физиологии нервной системы / Л.А. Орбели. – М.: Медгиз, 1938. – 89 с.
11. Семенов, С.П. Морфология вегетативной нервной системы и интерорецепторов / С.П. Семенов. – Л.: Из–во Лен. Ун–ва, 1985. – 199 с.
12. Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение / Под.ред. А.М. Вейна. – М.: Медицинское информационное агенство, 2003. – 752 с.

## ASSESSMENT OF AUTONOMIC REGULATION AS A MEANS OF MONITORING THE EFFECTIVENESS OF PHYSICAL CULTURE EXERCISES AND SPORTS AMONG STUDENTS OF HEALTHY WAY OF LIFE ORGANIZATION FACULTY FOR 4 YEARS STUDY AT THE UNIVERSITY

*L.L. SHEBEKO, A.P. APANOVICH, L.V. TKACHUK, O.V. POPITICH, E.V. DMITRIEVA*

### *Summary*

In order to evaluate the functional state and the response of the cardiovascular system to exercise examined indicators of heart rate (HR), is–exponent heart rate and blood pressure (BP) during orthostatic test, performed calculations indexes of vegetative regulation.

**Key words:** Vegetative regulation, cardiovascular system, orthostatic test, vegetative index, physical activity, heart rate, blood pressure, adaptive capacity index Kerdo type of self–circulation.

© Шебеко Л.Л., Апанович А.П., Ткачук Л.В., Попитич О.В., Дмитриева Е.В.

*Поступила в редакцию 9 марта 2015г.*